Fluida Statis

A. PENDAHULUAN

- **Fluida** adalah segala zat yang dapat mengalir, yaitu zat cair dan gas.
- **Fluida statis** adalah ilmu yang mempelajari fluida dalam keadaan diam.

B. TEKANAN

- **Tekanan** didefinisikan sebagai besar gaya yang bekerja pada permukaan benda tiap satuan luas.

$$P = \frac{F}{A}$$

P = tekanan (Pa atau Nm^{-2})
F = gaya tekan (N)
A = luas permukaan tekan (m^2)

- **Satuan tekanan** yang sering digunakan:

1 bar = 10^5 Pa
1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg
= 1,01 bar = 1,01 x 10^5 Pa

- **Tekanan hidrostatis** adalah tekanan yang dimiliki zat cair yang hanya disebabkan oleh beratnya sendiri.

$$P_h = \rho.g.h$$

P_h = tekanan hidrostatik (Pa)
ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)
g = percepatan gravitasi (m/s^2)
h = kedalaman zat cair dari permukaan (m)

- **Tekanan mutlak** adalah penjumlahan tekanan yang terdapat dalam suatu zat ditambah dengan tekanan luar (atmosfer).

Tekanan mutlak zat cair

$$P = P_o + \rho.g.h$$

Tekanan gauge (alat ukur)

$$P = P_{gauge} + P_o$$

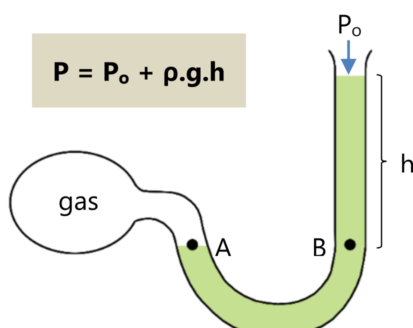
P_o = tekanan luar (Pa atau atm)

- **Hukum pokok hidrostatika** menyatakan semua titik yang terletak pada satu bidang datar dalam satu jenis zat cair memiliki tekanan yang sama.

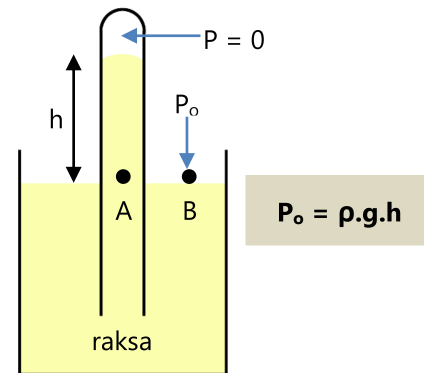
$$P_1 = P_2 \qquad \rho_1.h_1 = \rho_2.h_2$$

Tekanan alat ukur manometer terbuka

$$P = P_o + \rho.g.h$$

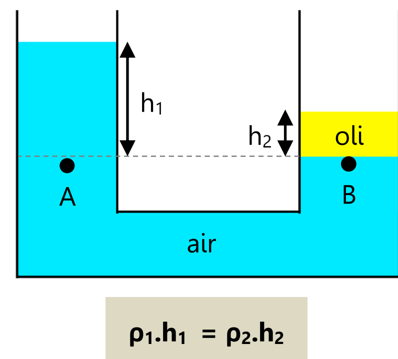


Tekanan alat ukur barometer



$$P_o = \rho.g.h$$

Tekanan bejana U berhubungan



$$\rho_1.h_1 = \rho_2.h_2$$

C. HUKUM PASCAL

- **Hukum Pascal** berbunyi:

> Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup diteruskan sama besar ke segala arah.

- **Hukum Pascal** dapat dirumuskan:

$$P_1 = P_2 \qquad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \qquad \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$$

- **Penerapan hukum Pascal:**
  1) Dongkrak, rem dan mesin pres hidrolik
  2) Pompa ban sepeda
  3) Mesin hidrolik pengangkat mobil

D. HUKUM ARCHIMEDES

- **Hukum Archimedes** berbunyi:

> Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam suatu fluida sama dengan berat fluida yang dipindahkan benda tersebut.

- **Gaya apung** dapat dirumuskan:

$$F_A = W_{udara} - W_{fluida}$$



- **Gaya Archimedes** dapat dirumuskan:

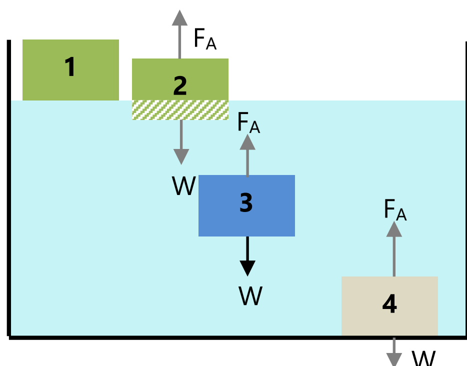
$$F_A = \rho_f . V_{bf} . g$$

F_A = gaya Archimedes (N)
ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)
V_{bf} = volume benda yang tercelup (L)
g = percepatan gravitasi (m/s^2)

- **Persamaan** dari hukum Archimedes:

$$\frac{\rho_b}{\rho_f} = \frac{W}{F_A}$$

- **Hukum Archimedes** digunakan untuk menentukan letak benda yang dicelupkan ke dalam suatu fluida.



- **Kasus yang terjadi** pada benda terhadap fluida:
  1) **Terapung (balok 1 dan 2)**
     Terjadi apabila: $W < F_A$
     $V_{bf} < V_b$
     $\rho_b < \rho_f$
  2) **Melayang (balok 3)**
     Terjadi apabila: $W = F_A$
     $V_{bf} = V_b$
     $\rho_b = \rho_f$
  3) **Tenggelam (balok 4)**
     Terjadi apabila: $W > F_A$
     $V_{bf} = V_b$
     $\rho_b > \rho_f$

  Massa jenis benda terapung dapat dihitung:

$$\rho_b = \frac{\rho_f . V_{bf}}{V_b} \qquad \rho_b = \frac{\Sigma \rho_f . V_{bf}}{V_b}$$

- **Penerapan hukum Archimedes**:
  1) **Hidrometer**
     Digunakan untuk mengukur massa jenis fluida.

$$h_{bf} = \frac{m}{A \times \rho_f}$$

     h_{bf} = tinggi hidrometer yang tercelup (m)
     m = massa hidrometer (kg)
     A = luas penampang hidrometer (m^2)
     ρ_f = massa jenis fluida (kg/m^3)
  2) **Kapal laut**
     Agar dapat tetap mengapung, besi dibuat berongga, sehingga volume air yang dipindahkan menjadi besar, dan menyebabkan gaya apung menjadi besar.
  3) **Kapal selam**
     Memiliki tangki pemberat yang dapat diisi sesuai keperluan. Agar mengapung, tangki diisi udara, sedangkan agar tenggelam, tangki diisi air.
  4) **Balon udara**
     Cara kerja balon udara:
     a. Agar naik, balon diisi gas panas sehingga volumenya bertambah, volume udara yang dipindahkan menjadi besar, $F_A > W$.
     b. Setelah ketinggian yang diinginkan tercapai, agar balon udara melayang, volume balon dijaga agar $F_A = W$.
     c. Agar turun, gas panas dikeluarkan dari balon udara sehingga volume balon berkurang, sehingga $F_A < W$.

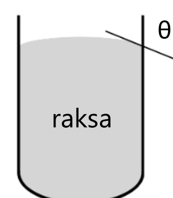
E. TEGANGAN PERMUKAAN DAN KAPILARITAS

- **Tegangan permukaan** adalah kecenderungan permukaaan zat cair untuk menegang sehingga permukannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan.
- **Tegangan permukaan** didefinisikan sebagai perbandingan gaya tegangan permukaan dengan panjang permukaan.

$$\gamma = \frac{F}{d}$$

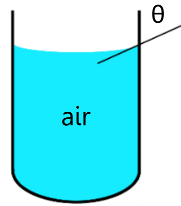
γ = tegangan permukaan (N/m)
F = gaya tegangan permukaan (N)
d = panjang permukaan (m)

- Akibat **gaya kohesi** dan **gaya adhesi,** setiap fluida memiliki tegangan permukaan dengan miniskus berbeda (**gejala kapilaritas**).
- **Kohesi** adalah gaya tarik-menarik antar partikel sejenis, contohnya antar partikel air.
- **Adhesi** adalah gaya tarik-menarik antar dua partikel berbeda, contohnya antara fluida dengan dinding tabung.
- **Sudut kontak** adalah sudut yang dibentuk oleh pertemuan antara permukaan fluida dengan dinding tabung.
  1) **Jika kohesi > adhesi**, maka $\theta > 90°$, dan terbentuk miniskus cembung.





2) **Jika kohesi < adhesi**, maka θ < 90°, dan terbentuk miniskus cekung.



- **Kapilaritas** adalah peristiwa naik turunnya permukaan fluida di dalam pipa kapiler atau pembuluh sempit.
- **Kenaikan atau penurunan fluida** dalam pipa kapiler dapat dirumuskan:

$$h = \frac{2\,\gamma\,\cos\theta}{\rho . g . r}$$

h = ketinggian fluida pada pipa kapiler
γ = tegangan permukaan (N/m)
θ = sudut kontak
ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)
g = percepatan gravitas (m/s^2)
r = jari-jari pipa kapiler (m)

1) Apabila θ < 90°, berarti pada pipa kapiler terjadi kenaikan tinggi fluida.
2) Apabila θ > 90°, berarti terjadi penurunan tinggi fluida (nilai negatif).

- **Tegangan permukaan** dan **gejala kapilaritas** dalam kehidupan sehari-hari:

1) Air panas atau air detergen tegangan permukaannya lebih rendah dari air normal sehingga lebih baik untuk mencuci pakaian, karena lebih mudah membasahi kain dan melepas kotoran.
2) Serangga seperti nyamuk dapat hinggap di atas air karena tegangan permukaan.
3) Antiseptik memiliki tegangan permukaan rendah sehingga dapat menyebar ke seluruh bagian luka.
4) Gejala kapilaritas xilem pada tumbuhan dalam menyerap air dan unsur hara.
5) Gejala kapilaritas sumbu obor dan minyak tanah.
6) Tisu yang dibasahi salah satu ujungnya dapat menjadi basah seluruhnya.

